

ES/03/441



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGIA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

BEST AVAILABLE COPY

|                   |     |
|-------------------|-----|
| REC'D 22 SEP 2003 |     |
| WIPO              | PCT |

# CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200202000, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 30 de Agosto de 2002.

Madrid, 12 de septiembre de 2003

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

M<sup>a</sup> DEL MAR BIARGE MARTÍNEZ

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

## INSTANCIA DE SOLICITUD

NÚMERO DE SOLICITUD

**P200202000**

(1) MODALIDAD:

☒ **PATENTE DE INVENCION** ☐ **MODELO DE UTILIDAD**

(2) TIPO DE SOLICITUD:

- ☐ ADICIÓN A LA PATENTE  
☐ SOLICITUD DIVISIONAL  
☐ CAMBIO DE MODALIDAD  
☐ TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA  
☐ PCT: ENTRADA FASE NACIONAL

(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:

MODALIDAD .....  
N.º SOLICITUD .....  
FECHA SOLICITUD ...../...../.....

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

**02 AGO 30 12:29**

FECHA Y HORA PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN:

CÓDIGO

**MADRID**

**2 8**

(5) SOLICITANTES: APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO PAÍS

DNI/CIF

CNAE

PYME

**Romero Vázquez**

**Juan José**

**Española**

**ES**

**29429950**

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE:

DOMICILIO **Calle Corredera, 6**

LOCALIDAD **AROCHÉ**

PROVINCIA **HUELVA**

PAÍS RESIDENCIA **ESPAÑA**

NACIONALIDAD **Española**

TÉLEFONO

**959140113**

FAX

CORREO ELECTRÓNICO

CÓDIGO POSTAL

**2 1 2 4 0**

CÓDIGO PAÍS

**E S**

CÓDIGO PAÍS

**E S**

(7) INVENTORES:

APELLIDOS

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO PAÍS

**Romero Vázquez**

**Juan José**

**Española**

**ES**

(8) ☒ EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR

☐ EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR

(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO:

☐ INVENC. LABORAL

☐ CONTRATO

☐ SUCESIÓN

(10) TÍTULO DE LA INVENCION:

**HELICE CON LAS PALAS INCLINADAS**

(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA:

☐ SI

☐ NO

(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR

FECHA

(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD:

PAÍS DE ORIGEN

CÓDIGO PAÍS

NÚMERO

FECHA

(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 162. LEY 11/86 DE PATENTES ☐

(15) AGENTE/REPRESENTANTE: NOMBRE Y DIRECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLÉNESE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES)

(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN:

☒ DESCRIPCIÓN N.º DE PÁGINAS: **22**

☒ N.º DE REIVINDICACIONES: **24**

☒ DIBUJOS. N.º DE PÁGINAS: **6**

☐ LISTA DE SECUENCIAS N.º DE PÁGINAS: .....

☒ RESUMEN

☐ DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☐ TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☐ DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN

☒ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE SOLICITUD

☐ HOJA DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

☐ PRUEBAS DE LOS DIBUJOS

☐ CUESTIONARIO DE PROSPECCIÓN

☐ OTROS: .....

FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE

**J. J. Romero**

(VER COMUNICACIÓN AL DORSO)

FIRMA DEL FUNCIONARIO

NOTIFICACIÓN SOBRE LA TASA DE CONCESIÓN:

Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986.



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

NÚMERO DE SOLICITUD

**P20 020 2000**

FECHA DE PRESENTACIÓN

## RESUMEN Y GRÁFICO

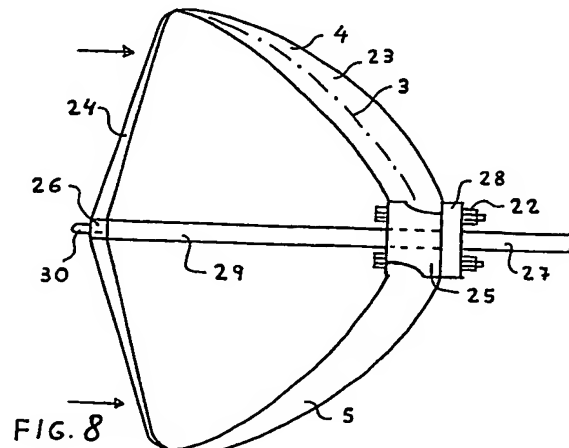
RESUMEN (Máx. 150 palabras)

### Hélice con las palas inclinadas.

Hélice con las palas inclinadas, aguas arriba, sobre cuarenta y cinco grados. Soluciona la relativa baja tracción y rendimiento respecto a la potencia, gracias a la alta disminución de resistencia inducida.

En hélices aéreas: tirantes desde cada pala a una prolongación del árbol motor; conjunto de una pieza que comprende cubo (25), palas parabólicas (23), tirantes (24) y cubo (26) de tirantes, siendo los tirantes prolongación de los extremos de pala y acoplada, cubo (28) del árbol al cubo (25) de las palas y prolongación (29) del árbol al cubo (26) de tirantes, para impedir flexión y tensiones de cortadura; en ventiladores para turborreactores múltiples palas parabólicas con sus tirantes; y hélices aéreas sin tirantes, sólo con las puntas inclinadas, aguas arriba.

GRÁFICO





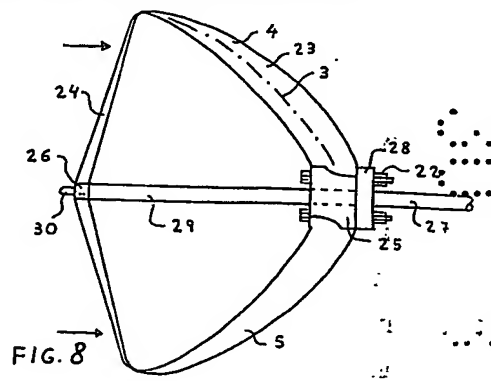
(12)

# SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| (21)       | NÚMERO DE SOLICITUD                  |
| P200202000 |                                      |
| (22)       | FECHA DE PRESENTACIÓN                |
| (62)       | PATENTE DE LA QUE ES<br>DIVISIONARIA |

|                      |   |            |                          |
|----------------------|---|------------|--------------------------|
| (31) NÚMERO          | DATOS DE PRIORIDAD                          | (32) FECHA | (33) PAÍS                |
| (71) SOLICITANTE (S) | JUAN JOSE ROMERO VAZQUEZ                    |            |                          |
| DOMICILIO            | Calle Corredera, 6<br>21240 AROCHE (HUELVA) |            | NACIONALIDAD<br>ESPAÑOLA |

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| (72) INVENTOR (ES) | El solicitante |
|--------------------|----------------|

|  |   |
|--|---|
| (51) Int. Cl.  | GRÁFICO (SÓLO PARA INTERPRETAR RESUMEN)<br> |
| (54) TÍTULO DE LA INVENCION<br><br>HELICE CON LAS PALAS INCLINADAS |   |

|   |
|---|
| (57) RESUMEN  |
| <p><u>Hélice con las palas inclinadas.</u></p> <p>Hélice con las palas inclinadas, aguas arriba, sobre cuarenta y cinco grados. Soluciona la relativa baja tracción y rendimiento respecto a la potencia, gracias a la alta disminución de resistencia inducida.</p> <p>En hélices aéreas: tirantes desde cada pala a una prolongación del árbol motor; conjunto de una pieza que comprende cubo (25), palas parabólicas (23), tirantes (24) y cubo (26) de tirantes, siendo los tirantes prolongación de los extremos de pala y acoplada, cubo (28) del árbol al cubo (25) de las palas y prolongación (29) del árbol al cubo (26) de tirantes, para impedir flexión y tensiones de cortadura; en ventiladores para turborreactores múltiples palas parabólicas con sus tirantes; y hélices aéreas sin tirantes, sólo con las puntas inclinadas, aguas arriba.</p> |

## SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención se refiere a hélices navales, aéreas, ventiladores propulsores para turborreactores y rotores de helicópteros.

## ESTADO DE LA TÉCNICA

Durante el pasado siglo y especialmente a partir de los años 70, se han hecho muchos esfuerzos en investigación para tratar de conseguir una tracción y un rendimiento mayor tanto en hélices navales como aéreas, en los ventiladores propulsores de los turborreactores y en los rotores de helicópteros.

En hélices navales donde el rendimiento de la clásica está alrededor del 0'6, debido fundamentalmente a la limitación del diámetro, el sistema de la empresa VOLVO a base de dos hélices contra rotatorias en el mismo eje mejora el impulso sobre un 10%.

El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo junto con las empresas AESA y SISTEMAR de Madrid han desarrollado en la década de los 90 hélices navales dotadas de placas de cierre en los extremos de las palas en el sentido aguas abajo, con lo cual se han disminuido las pérdidas en punta de pala mejorando el rendimiento. Información obtenida a través de su página en la red.

Se han efectuado hélices navales cuyas palas tienen un ángulo de caída entre 20 grados aguas abajo y 5 grados aguas arriba, respecto a un plano perpendicular al eje de giro que pasa por el centro del cubo, para adaptarlas a las distintas condiciones de funcionamiento de cada motor y embarcación; la caída de 5 grados aguas arriba se ha efectuado para aumentar el equilibrio dinámico de la hélice en vacío, en determinadas condiciones de navegación y giros.

Respecto a las hélices aéreas durante el pasado siglo y hasta la fecha se usan palas a 0 grados con el plano perpendicular al eje de rotación, el ángulo de ataque inducido sobre las palas es alto y las pérdidas marginales en punta de pala también son elevadas, debido al vórtice que se crea por la diferencia de presiones entre el intradós y el extradós de las palas y también al flujo cruzado en el borde de salida que origina pérdidas debido a que el derrame sobre el intradós está inclinado hacia las puntas de pala y el del extradós hacia el cubo. El rendimiento real en las mejores condiciones está sobre 0'85.

Se ha conseguido mayor rendimiento en hélices carenadas al disminuir las pérdidas en punta de pala por la proximidad de un carenaje y debido a una gran longitud axial y disminuir la velocidad del chorro aguas abajo, mediante el carenaje divergente,

disminuyendo por tanto la energía cinética de la estela, lo cual significa menor pérdida de potencia, aumentando la presión estática en el conducto divergente; fue Luigi Stipa, proyectista aeronáutico italiano, quien a partir de 1.927 realizó estudios y experimentos sobre el comportamiento de hélices intubadas; en 1.932 consiguió realizar un prototipo de avión mejorando experimentalmente el rendimiento de la hélice en un 7% sobre las de su época; hay que tener en cuenta que la pérdida de carga en el conducto divergente es considerable.

En la década de los 80 se ha experimentado con hélices supersónicas –velocidad relativa supersónica, suma vectorial de la velocidad del avión y punta de pala- para aviones comerciales transónicos; las palas de esta hélice sin carenaje, son convexas por el borde de ataque y cóncavas por el borde de salida y un perfil o espesor máximo muy delgado para funcionar aceptablemente en corriente supersónica, puesto que la velocidad relativa lo es. Este tipo de hélices sólo son aplicables para altas velocidades del avión próximas a la del sonido y tiene como inconveniente el ruido y las vibraciones, aunque el consumo específico es menor que los turborreactores de doble flujo clásicos. Hélices llamadas PROPAN y UDF, con una inclinación en sentido contrario al de giro, es decir, hacia el borde de salida de 35 grados. Posteriormente se han carenado estas hélices en la década de los 90 en la familia de motores UHB (ULTRA HIGH BYPASS) disminuyendo el consumo específico. Información MOTORES DE REACCION, Martín Cuesta Álvarez, Ed. Paraninfo, 8ª edición, 1995.

En 1997 la empresa francesa DUC HELICES ha desarrollado una hélice de fibra de carbono con las puntas de pala inclinadas aguas abajo para disminuir las pérdidas por vórtice y aumentar así el rendimiento. Este desarrollo para ultraligeros se ha debido a Vincent Duqueine. Información, página de la empresa en la red.

La empresa francesa AEROSPATIALE en una patente europea, con número de solicitud europea 88401610.6, presenta una pala de rotor para helicópteros con la punta de pala curvada aguas abajo, siguiendo una trayectoria parabólica, con una ganancia de potencia del 5%.

La hélice clásica aérea subsónica no ha variado sustancialmente desde 1.950, sobre todo en lo referente al rendimiento para vuelo inferior a 650 km/h a velocidad de crucero, que es el campo de aplicación aéreo del presente invento.

Como se sabe las palas de una hélice están definidas por su forma en planta, forma de los perfiles y ángulo de pala o paso geométrico; para una sección situada a una

distancia determinada del eje de rotación el paso viene expresado por el valor: dos multiplicado por el radio y multiplicado por la tangente del ángulo, de dicha sección, este paso geométrico puede conservar el mismo valor, según la expresión anterior a lo largo de toda la pala, sin embargo se construyen hélices para las cuales varía en función de tramos de radio; por último existen hélices para las cuales el conjunto de los pasos de distintas secciones varía durante el funcionamiento, éstas son las hélices llamadas de paso variable.

En los rotores principales de helicópteros, las palas están sometidas principalmente a dos fuerzas, una aerodinámica paralela al eje del rotor, que es la sustentación debida a la pala y otra dinámica debida al giro que es la fuerza centrífuga. En un rotor articulado, suponiendo la pala rígida, ésta tomará la posición de equilibrio de las fuerzas anteriores, formando un cierto ángulo con el plano perpendicular al eje del rotor, llamado ángulo de conicidad. Normalmente este valor es inferior a 8 grados, siendo el valor más frecuente el de 4 grados. En algunos tipos de rotores el ensamble de pala al cubo del rotor se efectúa con un ángulo teórico de conicidad, con objeto de disminuir el momento flector en pie de pala, de unos 4 grados, aguas arriba.

#### EXPLICACIÓN

Hasta la fecha el rendimiento de hélices navales, aéreas, rotores de helicópteros y ventiladores de turborreactores es relativamente bajo de acuerdo con la potencia del motor empleada, debido a las pérdidas por vórtice en punta de pala, el flujo cruzado en el borde de salida de las palas y a la escasa longitud de las palas debido a la limitación del diámetro máximo, especialmente en hélices navales, donde el rendimiento está sobre 0'6. La invención intenta proporcionar hélices navales y aéreas, rotores para helicópteros y ventiladores propulsores para turborreactores con muy escasas pérdidas por vórtice en punta de pala, por flujo cruzado en el borde de salida y con una considerable mayor longitud de palas para el mismo diámetro o área normal de barrido y la misma velocidad periférica tangencial de las palas y naturalmente con mayor rendimiento.

De acuerdo con la invención este objetivo se consigue inclinando las palas de la hélice, la línea de referencia de las palas, un ángulo considerable aguas arriba respecto a un plano perpendicular al eje de giro que pasa por el centro del cubo; la inclinación media, aguas arriba, respecto a dicho plano, de cada pala completa cuando toda ella está

inclinada o de cada tramo de pala completo afectado por la inclinación aguas arriba, es superior a 10 grados, para que sean apreciables las ventajas, e inferior a 90 grados.

En determinadas aplicaciones y con determinados elementos adicionales la inclinación aguas arriba conviene que esté comprendida entre 15 y 80 grados.

- 5 En otras aplicaciones y con otros elementos adicionales conviene que la inclinación aguas arriba esté comprendida entre 30 y 70 grados.

En algunas aplicaciones puede funcionar satisfactoriamente entre cada uno de los tres tramos de ángulos citados y dentro de estas aplicaciones en algunos casos puede convenir, sobre todo por distintos costos de fabricación, un ángulo distinto  
10 comprendido en cualquiera de los tres tramos citados.

Desde el punto de vista exclusivamente teórico lo más conveniente es el ángulo de 45 grados.

- La opción menos costosa para la forma de las palas es que las palas en su totalidad desde la raíz a las puntas, presenten una inclinación sensiblemente uniforme aguas  
15 arriba a lo largo de toda su longitud o envergadura.

Si sólo están inclinadas las puntas de las palas con trayectoria curva, ningún tramo de la punta de pala debe sobrepasar los 90 grados; con mayor ángulo la tracción es negativa en el sector de pala implicado en ese ángulo; si la trayectoria de toda la pala es curva ningún tramo de pala debe estar inclinado más de 90 grados. Todo el resto de  
20 parámetros geométricos, ángulos de pala, cuerdas, espesores de pala y forma en planta, se corresponden con la proyección normal de la hélice clásica con palas a 0 grados respecto al plano normal de barrido, sobre las distintas superficies cónicas que establecen la nueva disposición inclinada, si las palas son rectas; existe experiencia constructiva a este respecto en hélices navales inclinadas aguas abajo hasta 20 grados;

- 25 en cualquier caso se trata simplemente de optimizar los parámetros geométricos para la nueva disposición inclinada de las palas aguas arriba. Hay que tener en cuenta que dicha proyección de parámetros geométricos conlleva no sólo el mismo diámetro normal de barrido y velocidad periférica de la hélice o rotor, sino un aumento del factor de solidez debido al mayor recorrido de las moléculas de aire o agua sobre el intradós –  
30 cara de las palas con presiones positivas- y el extradós –cara de las palas con presiones negativas- de las palas, debido a que dicho recorrido sigue la misma trayectoria sensiblemente paralela al eje de giro, con lo cual para una inclinación de 45 grados de palas con planta rectangular, perfil constante y el mismo ángulo de pala en todas sus



secciones, el factor de solidez se vería aumentado el 41%. Como se sabe el factor de solidez es la relación entre la superficie de las palas y el área de barrido.

En hélices para submarinos cuya función primordial sea navegar por inmersión y para barcos donde la hélice se encuentra debajo del casco sumergido, es decir, que la cubra por completo dicho casco sumergido, la inclinación de las palas aguas arriba respecto a

un plano perpendicular al eje de giro, puede ser a partir de 10 grados, bien con las palas completas implicadas en la inclinación, o bien, con un tramo de pala o varios, implicados en dicha inclinación. En este caso no hace falta ninguna otra disposición o elemento adicional.

Lo más económico desde el punto de vista constructivo es como se ha dicho, que las palas en su totalidad desde la raíz a las puntas, presenten una inclinación sensiblemente uniforme aguas arriba a lo largo de toda su longitud, en este caso entre 30 y 70 grados, preferentemente en algunas aplicaciones 45 grados.

Para explicar con la mayor sencillez lo que ocurre se va a analizar lo que pasa en una hélice con palas rectas, planta rectangular, perfil uniforme y no alabeadas, inclinadas 45 grados aguas arriba, funcionando en el mar a mucha profundidad o en la atmósfera con bajo número de revoluciones por minuto para que la resistencia estructural compense la fuerza centrífuga de las palas, sin ningún otro elemento adicional, sólo el cubo y las palas:

Con esta disposición inclinada de las palas en cualquier fluido, el chorro o vena de fluido generada por la hélice o rotor no sigue una dirección y sentido divergentes aguas abajo como correspondería a direcciones perpendiculares a la superficie de barrido cónica de la hélice, sino que, de forma aparentemente no lógica, tanto la entrada de fluido en la hélice como la salida siguen una dirección sensiblemente paralela al eje de rotación de la hélice —para no complicar la explicación se dice en esta memoria que la dirección es sensiblemente paralela al eje de giro, aunque en realidad la vena tiene cierta convergencia en el sentido aguas abajo como en la hélice clásica—, con lo cual se produce una deflexión del fluido respecto a las direcciones aparentemente lógicas que debiera seguir y que serían perpendiculares al área de barrido cónica y por lo tanto el chorro sería divergente desplazando una enorme cantidad de masa de fluido como correspondería a tal derrame semitangencial; ocurre en realidad un fenómeno físico que puede llamarse con propiedad “efecto fluido estático” con consecuencias similares en algunos aspectos, no en todos, al conocido “efecto suelo” en rotores de helicópteros,

alas de avión o vehículos de colchón de aire; efectivamente el derrame de la vena impulsada por la hélice es sensiblemente paralela al eje de la hélice, pues es por donde toda la masa de fluido impulsada por la hélice alrededor de su eje de giro encuentra menos resistencia para progresar su movimiento, es por lo tanto la enorme resistencia que ofrece el fluido situado en las direcciones periféricas perpendiculares al área de barrido cónica, su momento de inercia, el que obliga al derrame con dirección sensiblemente paralela al eje de giro de la hélice. Hay por lo tanto una deflexión del chorro —como se sabe cuando un chorro sufre deflexión por un elemento exterior se incrementa el impulso de la tobera, ala o rotor que genera el chorro, tanto más cuanto mayor es el ángulo de deflexión—, provocado en este caso no por el suelo o agua próximos, sino por el aire en reposo alrededor de la hélice, que se comporta como una barrera sólida y como es bien sabido cuando la deflexión es provocada externamente, por un elemento externo al sistema en movimiento, se produce una disminución del ángulo de ataque inducido sobre las palas, con lo cual disminuye la resistencia inducida y aumenta la sustentación y por lo tanto la tracción y el rendimiento de la hélice —como se sabe el ángulo de ataque inducido sobre un ala o pala de hélice se debe a que el ángulo que forma la cuerda con la corriente relativa de aire no coincide con el que forma la corriente libre, sino que es menor, la variación que sufre el ángulo de ataque, se denomina ángulo de ataque inducido, esto hace que el vector de la sustentación no coincida en el caso de palas de hélice con la dirección de desplazamiento del conjunto, sino que esté inclinado hacia atrás, precisamente ese ángulo, creando por consiguiente un vector de resistencia inducida—; esta disminución del ángulo de ataque inducido origina menores pérdidas por vórtice en punta de pala y por flujo cruzado en el borde de salida. La presión sobre el intradós de las palas aumenta por motivo de la deflexión, aunque el estudio vectorial global respecto a la tracción demuestra que, como el derrame del chorro es sensiblemente paralelo al eje de giro de la hélice, como en la clásica, y el incremento de presión se efectúa sobre una superficie de barrido cónica, la tracción efectiva —componente paralela al eje de giro—, no aporta ningún incremento por este motivo exclusivo, por sí misma; pero este fenómeno tiene una importante aportación positiva que es disminuir las pérdidas marginales en punta de pala y de flujo cruzado en el borde de salida; efectivamente la sobrepresión en el intradós es fundamental pues hace que la deflexión de la masa de aire implicada hacia arriba delante del borde de ataque y hacia abajo detrás del borde de salida sea muy inferior,

disminuyendo así el ángulo de ataque inducido como ocurre con el "efecto suelo", la corriente relativa está más próxima a la corriente libre del fluido —el ángulo que forman es menor— que es lo que determina el ángulo de ataque inducido —como se sabe con el "efecto suelo" a menor ángulo de ataque inducido menores pérdidas por vórtice.

- 5 Otra ventaja radica en la conservación de la velocidad periférica de las palas para mayor longitud y la misma área normal de barrido, pues para 45 grados la longitud aumenta un 41%.

Para mejorar las prestaciones en algunas aplicaciones navales las palas también están inclinadas en el sentido contrario al de giro, siguiendo una trayectoria curva.

- 10 En aplicaciones navales, aunque con mayores costes de fabricación para aumentar la sobrepresión en las puntas, las palas en su totalidad siguen una trayectoria en forma de arco de circunferencia aguas arriba, con el extradós cóncavo y el intradós convexo, vistas dichas palas desde el eje de giro.

- En aplicaciones navales para disminuir vibraciones impidiendo que el chorro de salida sea demasiado inclinado hacia arriba, por menor masa de agua perpendicular al intradós de las palas cuando pasan por la zona superior, la hélice tiene un conducto carenado y dicho conducto carenado cubre axialmente desde los extremos de las puntas de pala hasta como mínimo el extremo de las raíces de dichas palas. Cuando la hélice desnuda está debajo del casco sumergido, aunque funciona aceptablemente por impedir el casco un chorro de salida con mucha inclinación hacia arriba, presenta más vibraciones que con carenaje. Esto no ocurre en un submarino que navegue a mucha profundidad donde prácticamente el agua que rodea la hélice presenta practicamente la misma resistencia en todas las direcciones perpendiculares a las palas, en cualquier sector del área de barrido.

- 25 En motores fueraborda la hélice tiene un conducto carenado cilíndrico fijado a la placa antivibración que cubre axialmente desde los extremos —borde marginal— de las puntas de pala aguas arriba hasta el doble de su distancia normal al extremo de las raíces de dichas palas aguas abajo y este carenaje cilíndrico tiene las paredes anteriores próximas al extremo de las puntas de pala.

- 30 Otra solución más económica en motores fueraborda consiste en que la placa antivibración, que llevan todos los motores fueraborda, esté sobredimensionada respecto a la clásica, de forma que cubre completamente la hélice en todo su diámetro y

longitud de su proyección vertical y se extiende aguas abajo como mínimo otro tanto de espacio.

En todas las hélices navales la componente de la fuerza centrífuga que tiende a flexionar las palas, queda compensada por el impulso del chorro sobre el intradós de las palas al ser la densidad del agua muy alta y por la resistencia estructural de la hélice que son muy robustas.

En algunos modelos de hélices aéreas la componente de la fuerza centrífuga no se compensa por ninguno de los dos factores descritos debido a la escasa densidad del aire -800 veces inferior al del agua- y por lo tanto hay que adoptar necesariamente soluciones adicionales.

En aeromodelismo las palas opuestas están unidas por uno o varios tirantes por el lado del extradós. Pueden ser monobloque, de dos palas y un cubo en una sola pieza, dichos tirantes tienen los extremos en forma de tronco de cono con la base mayor exterior y la base menor de el mismo diámetro que los tirantes cilíndricos y alojados en respectivos alojamientos troncocónicos practicados en las palas, naturalmente para disminuir la resistencia aerodinámica los extremos cónicos se mecanizan para integrar su superficie en el intradós de las palas y se pegan para que no giren y estos tirantes son del tipo partidos para facilitar su montaje y unidas ambas partes a la altura del eje de giro por soldadura, o bien, por un tensor clásico coaxial de roscas opuestas.

Otra solución en aplicaciones aéreas es que cuando la hélice tiene un número par de palas, las puntas de cada pala se prolongan materialmente formando un tirante con la pala opuesta.

En hélices para ultraligeros cada pala está unida por uno o varios tirantes por el lado del extradós a una prolongación del árbol motor, que atraviesa el cubo de la hélice, y unido a él, y dichos tirantes son perpendiculares a las palas. Naturalmente el árbol motor se une al cubo de la hélice mediante su propio cubo, también llamado disco o pletina, por medio de pernos con tuerca. Y los tirantes pueden ser como los anteriores pero unidos a la prolongación del árbol mediante pasadores frenados. Como los tirantes están alineados con la componente de la fuerza centrífuga que tiende a flexionar la pala pueden ser más livianos al ser las tensiones de estiramiento menores. Si se desea disminuir la resistencia aerodinámica y el ruido cada tirante tiene forma de pala de hélice, con la cuerda máxima igual al diámetro de la base menor del tronco de cono periférico, para que se pueda entrar el tirante a través de la pala.

Otra solución en aplicaciones aéreas es que las puntas de pala se prolongan materialmente formando cada una un tirante en forma de pala de hélice; a partir de la zona de transición de pala principal a tirante la superficie del intradós de las palas principales se transforma en extradós del tirante y la superficie del extradós de las palas principales en intradós del tirante; los tirantes son solidarios por su raíz del árbol motor.

Dichos tirantes tienen un cubo fijado a una prolongación del árbol motor.

En submarinos de investigación oceánica las palas desde la raíz hasta el extremo o borde marginal de sus puntas siguen una trayectoria sensiblemente coincidente con un arco de parábola, de tal forma que la zona cóncava del arco de parábola corresponde al lado del extradós y la convexa al lado del intradós, vistas desde el eje de giro de la hélice y las raíces de las palas están más distanciadas del vértice, de la parábola, que el resto de la pala. Con lo cual la punta de pala es el tramo que presenta mayor inclinación, que es lo más conveniente para disminuir la resistencia inducida. Si se aplica a una embarcación dicha hélice tiene un carenaje y dicho carenaje cubre axialmente desde los extremos de las puntas de pala hasta como mínimo el extremo de las raíces de dichas palas. Aunque la construcción es más costosa que la de palas rectas. En hélices aéreas para aviones pequeños, donde prime el rendimiento de crucero, las palas desde la raíz hasta el extremo de sus puntas siguen aguas arriba, una trayectoria sensiblemente coincidente con un arco de parábola, de tal forma que la zona cóncava del arco de parábola corresponde al lado del extradós y la convexa al lado del intradós, vistas desde el eje de giro, el centro de los extremos de las puntas de pala están aproximadamente en el vértice de dicha trayectoria parabólica y en el cual el ángulo de pala es igual a cero, dichas puntas de pala se prolongan materialmente formando cada una un tirante en forma de pala de hélice y con el menor espesor y cuerdas posibles; a partir de la zona de transición de pala principal a tirante la superficie del intradós de las palas principales gira y se transforma en extradós del tirante y la superficie del extradós de las palas principales en intradós del tirante; los tirantes están acoplados al extremo de una prolongación del árbol motor que atraviesa el cubo de la hélice; y los tirantes desde su raíz hasta su extremo periférico, están inclinados aguas abajo un ángulo medio mucho menor que el ángulo medio de inclinación de las palas principales aguas arriba. Si se desea una hélice robusta y ligera, tiene sólo dos palas principales; los dos tirantes tienen un cubo común; las dos palas principales, los tirantes y los cubos respectivos forman una sola pieza; los tirantes están acoplados a la prolongación del árbol motor

por medio de un orificio central en su cubo que acopla en un pitón que presenta la prolongación del árbol motor en su extremo anterior, apoyando axialmente el cubo de los tirantes en la superficie anterior de la prolongación del árbol motor periférica al pitón.

- 5 La razón de la disposición material descrita anteriormente radica en la enorme fuerza centrífuga que generan las palas, pues es la única disposición material en la cual coincide sensiblemente tal disposición de forma o estructura con las solicitaciones generales al girar, por los distintos tramos de las palas de acuerdo con su mayor peso respecto a los tirantes, con objeto de que la resistencia estructural tenga que ser mínima
- 10 y no haya tensiones de cortadura ni de flexión importantes para soportar la fuerza centrífuga de las palas, sino sólo tensiones de estiramiento que ofrecen más ventajas de resistencia para los materiales; la función de la prolongación del árbol motor es mantener el cubo de los tirantes en una posición idónea respecto al cubo de las palas principales, pues al girar tienden a acercarse dichos cubos; en este caso también todos
- 15 los parámetros geométricos de las palas se corresponden con los de una hélice clásica proyectada sobre un tramo de superficies en este caso parabólicas, con lo cual quedan definidos todos los parámetros de forma; en cualquier caso no hay más que optimizarla siguiendo los procedimientos habituales en cualquier optimización; los tirantes en teoría también siguen una trayectoria parabólica, de acuerdo con las solicitaciones
- 20 dinámicas, desde la raíz hasta la zona de transición a las palas donde estaría el vértice, pero a efectos prácticos casi no es apreciable, solo en la zona próxima a sus extremos, ya que su masa en comparación con las palas principales es muy pequeña y las tensiones de estiramiento por unidad de superficie normal muy grandes; la disposición de los tirantes como palas se hace para disminuir su resistencia aerodinámica y aunque
- 25 su inclinación alrededor de 18 grados, según diseño, aguas abajo no es favorable al rendimiento, debido a su pequeño factor de solidez es casi despreciable y por lo tanto la potencia absorbida. Su fabricación es muy costosa.

La transición de pala principal a tirante se produce a lo largo de una línea inclinada respecto al plano normal al eje de giro de la hélice, por lo cual un lado del extremo de

30 punta de pala está más adelantado aguas arriba y el otro lado menos.

En ventiladores propulsores para turborreactores, "fan", las palas principales y los tirantes son exactamente como se ha señalado para aviones pequeños anteriormente, de una sola pieza, con la particularidad de que dispone de múltiples palas con sus

correspondientes tirantes y tanto las raíces de los tirantes como de las palas principales están fijadas a distintos discos del rotor del turborreactor, que constituye el árbol motor; y tanto las palas principales como los tirantes están rodeados por un conducto carenado fijo. Las raíces de las palas principales y de los tirantes están unidos a los discos del árbol o rotor por el sistema de bulón frenado, que es un sistema utilizado habitualmente

y es el más indicado en este caso de los tres sistemas que hay, puesto que existen sollicitaciones axiales; las raíces se introducen en un alojamiento o canal en la periferia del disco y se sujetan radialmente mediante un bulón con retención axial. Naturalmente las raíces de los tirantes van fijadas a un disco y las raíces de las palas principales a otro.

La fijación de las raíces de palas principales y de tirantes al árbol motor o a su prolongación en el caso de la hélice para aviones, mantiene dinámicamente la forma parabólica de las palas principales y de los tirantes prácticamente rectos, con cierta curvatura apreciable en sus extremos periféricos, con muy poca resistencia estructural, pues debido a la distribución de masas se conserva al girar y lo más importante es que todas las tensiones son de estiramiento, en el caso de la hélice completa de una sola pieza descrita, y en el caso del ventilador o "fan" son tensiones de estiramiento sólo allí donde más falta hacen, la unión al rotor con tensiones fundamentalmente de cortadura puede ser sin problemas más robusta, por el lugar que ocupa.

Como se sabe en la literatura técnica una pala se divide en raíz o pié de pala, cuerpo y punta –algunas veces a este último sector de pala se le denomina extremo de pala, pero en la presente memoria se opta por la primera nomenclatura –punta- para poder referirse en algunos casos al borde marginal como extremo de la punta de pala, por considerarse más preciso-La punta de pala está referida siempre a la zona más periférica de la pala, en algunos casos puede ser el 10% de la envergadura, pero es muy relativa su consideración.

En hélices aéreas si no se utilizan tirantes, sólo las puntas de pala están inclinadas; y naturalmente la disminución de resistencia inducida es mucho menor que cuando lo está la pala completa. Para aumentar su rendimiento la inclinación de la punta de pala sigue una trayectoria sensiblemente en forma de arco de parábola con el extradós cóncavo y el intradós convexo y el extremo de punta de pala o borde marginal, más próximo al vértice o en el vértice de dicha parábola. Este tipo de palas también se

pueden utilizar en los ventiladores propulsores de los turborreactores aunque naturalmente con menor rendimiento que el sistema con tirantes.

Cuando la hélice, por extensión, constituye un rotor de helicóptero con las palas acopladas a la cabeza del rotor, sólo las puntas de cada pala están inclinadas aguas arriba. Para aumentar el rendimiento la inclinación de las puntas de pala sigue una trayectoria igual que en el caso anterior y además el borde de ataque de las puntas de pala está inclinado hacia atrás, en sentido contrario al de giro, siguiendo una trayectoria sensiblemente parabólica también.

Aparte de la inclinación recta o parabólica o en forma de arco de circunferencia de las palas de los modelos citados, también se puede utilizar cualquier otra trayectoria para las palas en su totalidad o en parte siempre que sea inclinada aguas arriba un ángulo medio superior a 10 grados, la pala completa o el sector de pala implicado, si parte de ella es radial.

Si las palas estuvieran inclinadas aguas abajo no se produciría la deflexión del chorro por causa de un agente externo al sistema en movimiento –aire o agua que lo rodea-, sino por convergencia de las direcciones de impulso del chorro con un incremento de velocidad, lo que significaría mayores pérdidas en la estela por el incremento de energía cinética; sólo las puntas de pala inclinadas aguas abajo presentan ciertas ventajas respecto al vórtice, por otros motivos.

Son por lo tanto los factores descritos, deflexión por inclinación aguas arriba de las palas, incremento de longitud de pala para la misma área de barrido y la misma velocidad periférica y posición geométrica favorable de las puntas, lo que soluciona el incremento de tracción y rendimiento buscados durante décadas.

Está claro que aunque las palas se han inclinado aguas arriba 5 grados en el caso de hélices navales para mayor equilibrio dinámico, en otras por flexión del material en los rotores de helicópteros hasta 8 grados o por diseño de 4 grados para evitar el momento flector en pié de pala, ha sido por otras razones conscientes, con otro propósito, en ningún caso teniendo como finalidad consciente y explícita inducir deflexión del chorro por un agente externo y aumentar la longitud de las palas para la misma área de barrido y velocidad periférica; se hubieran adoptado ángulos de mayor cuantía, del orden de 45 grados, que es cuando la tracción y el rendimiento aumentan considerablemente.

El agente externo en este caso es el aire que rodea periféricamente la hélice, del cual, debido a sus condiciones dinámicas nos podemos servir para inducir deflexión del



chorro; en las últimas capas de la atmósfera, el “efecto fluido estático” prácticamente no es apreciable, debido a la baja presión estática, aunque naturalmente a esa altura no tendría ninguna aplicación.

Las ventajas que se desprenden son aumento considerable de la tracción y del rendimiento de la hélice, rotor o ventilador propulsor de turborreactor, con la consiguiente disminución del consumo específico de combustible.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una representación esquemática de una hélice vista de lado para barcos de desplazamiento, con palas inclinadas aguas arriba, sensiblemente uniforme 45 grados, desde la raíz a las puntas, respecto a un plano perpendicular al eje de giro.

La figura 2 es una representación esquemática de una hélice con dos palas sobre la cual se ilustran los vectores que representan la fuerza centrífuga y la tracción, así como sus componentes.

La figura 3 es una representación esquemática de una pala con planta rectangular funcionando en dos posiciones distintas, la primera de la izquierda como en la clásica, a 0 grados con el plano de rotación y la segunda de la derecha a 45 grados aguas arriba con el plano de rotación, representando en ambas posiciones la trayectoria de una molécula de fluido sobre la superficie de la misma pala.

La figura 4 es una representación esquemática de una hélice montada en un motor fueraborda, vista de lado con carenaje o conducto carenado cilíndrico y placa antiventilación sobredimensionada.

La figura 5 es una representación esquemática de la misma figura anterior vista de frente desde aguas abajo.

La figura 6 es una representación esquemática de una hélice monobloque de dos palas para aeromodelismo vista de perfil.

La figura 7 es una representación esquemática de una hélice monobloque de dos palas para ultraligeros vista de lado.

La figura 8 es una representación esquemática de una hélice monobloque para aviones pequeños, vista de lado, con sus tirantes.

La figura 9 es una representación esquemática, en detalle, de la zona de transición de pala principal a tirante, vista desde arriba de la figura anterior; en dicha zona de transición también se lleva a cabo en este modelo un estrechamiento de cuerda hacia el tirante.

La figura 10 es una representación esquemática en detalle, del cubo de los tirantes que se acopla a la prolongación del árbol motor, vista de frente por la parte anterior, de la figura 8.

5 La figura 11 es una representación esquemática en detalle ampliado, de la zona de transición de pala principal a tirante vista de perfil.

La figura 12 es una representación esquemática de un ventilador propulsor para turborreactores de doble flujo, visto de lado, representándose sólo dos de las múltiples palas con sus correspondientes tirantes.

10 La figura 13 es una representación esquemática de una hélice aérea de dos palas vista de lado, sin tirantes.

La figura 14 es una representación esquemática de una pala de rotor para helicóptero con la punta de pala inclinada aguas arriba, en vista horizontal, de lado.

La figura 15 es una representación esquemática de la punta de pala de la figura anterior en corte por la sección de empalme de la punta de pala con el resto de pala.

## 15 MODOS DE REALIZACIÓN

En la figura 1 se observa la hélice de un barco cuyas palas 1, están inclinadas aguas arriba cuarenta y cinco grados como indica la línea de referencia 3, unidas a un cubo 2 montado en el árbol motor mediante un perno de fijación 7; la pala superior presenta el extradós 4 y la pala inferior el intradós 5; el soporte-cojinete 6 del cubo de la hélice llega hasta casi el plano de gravedad de las palas y de empuje medio, con lo cual se aumenta el equilibrio dinámico; naturalmente el cojinete de apoyo del árbol de la hélice está dentro del soporte integrado en el casco que se ve en la figura, el cojinete puede ser sólo radial o radial y axial si no existe otro axial en el interior; sólo se representan dos palas opuestas para no complicar el dibujo, pues naturalmente hacen falta tres o más, tampoco se representa el timón para no complicar el dibujo; el casco 8 del buque cubre sumergido por la parte superior toda la hélice con lo cual la vena de fluido no presenta excesiva inclinación hacia arriba en su conjunto; sólo se representa parte del casco sumergido encima de la hélice en el dibujo.

30 En la figura 2 se observa la representación vectorial de la fuerza centrífuga  $F$  y sus dos componentes, una perpendicular a la pala  $F_1$  que origina las tensiones de flexión y la otra en la misma dirección que la pala  $F_2$  que origina tensiones de estiramiento, con el mismo módulo, puesto que la inclinación de las palas es de cuarenta y cinco grados. También se observa la representación del vector de tracción  $T$  de la hélice, su

componente efectiva T1 y la otra componente T2. Se observa cómo la componente de tracción efectiva T1 es inferior a la tracción T, exactamente en la misma proporción que aumenta la presión sobre el intradós por la deflexión debida al "efecto fluido estático" citado anteriormente.

5 En la figura 3 se observa la trayectoria de una molécula de fluido sobre la superficie de una pala de planta rectangular, tanto con la pala a cero grados desde A hasta B, como a cuarenta y cinco grados desde A1 a B1 y se comprueba que en el segundo caso el recorrido es exactamente la diagonal de un cuadrado que tiene como lado el recorrido de la molécula en el primer caso, por lo tanto el factor de solidez de cualquier pala  
10 aumenta en esa misma proporción.

En las figuras 4 y 5 se observa una hélice montada en fueraborda de perfil y de frente con los dos sistemas mencionados anteriormente para que funcione correctamente, el conducto carenado cilíndrico 9 y la placa antiventilación sobredimensionada 11; aunque sólo es necesario uno de los dos sistemas, preferiblemente el carenado 9 con  
15 placa antiventilación normal, se representan ambos en las mismas figuras para ahorrar dibujos. El carenaje cilíndrico 9 se une a la placa antiventilación por medio de pernos 12 que atraviesan la placa antiventilación y se alojan en pitones 10 soldados al carenaje. También se observa en ambas figuras la placa antiventilación 11 sobredimensionada tanto lateralmente, como aguas abajo y que está integrada en la cola 13 del motor  
20 fueraborda.

En la figura 6 se observa una hélice monobloque de dos palas rectas 14 para aeromodelismo vista de perfil con una inclinación de cuarenta y cinco grados como indica la línea de referencia 3 y el cubo 15. Se dispone el tirante 18 anclado a las palas sobre el último tercio y está tensado por el tensor clásico 19. También se observa el  
25 árbol motor 16 y su disco, cubo o pletina 17 para unir al cubo de la hélice 15, el extradós 4 y el intradós 5. Los tirantes son cilíndricos en esta representación.

En la figura 7 se observa una hélice para ultraligeros, como la anterior, el árbol motor que está unido por su pletina al cubo de la hélice mediante pernos con tuerca 22, atraviesa el cubo de la hélice con su prolongación 20; los tirantes 21 son  
30 perpendiculares a las palas uniéndolas por el extradós 4 a la prolongación 20 del árbol motor; el acoplamiento de los tirantes a las palas y a la prolongación del árbol es como se ha explicado anteriormente para este caso concreto; la pala inferior presenta de perfil

el intradós 5 observándose el extremo de los tirantes y la otra pala el extradós 4. Los tirantes son cilíndricos en esta representación.

En las figuras 8, 9 10 y 11 se observa una hélice monobloque para aviones pequeños.

Las palas parabólicas principales 23, los tirantes 24, el cubo de los tirantes 26 y el cubo

5 de las palas principales 25, forman una sola pieza mecanizada sobre plancha de acero.

El árbol 27, después de su disco o pletina 28, se prolonga a través del cubo principal 25

mediante la prolongación 29 hasta terminar en un pitón 30 que acopla con el cubo 26

de los tirantes 24 por medio del orificio central 31 practicado en el centro del cubo de

10 los tirantes; dicha prolongación 29 soporta la sollicitación de compresión que tanto los

También se observa la línea de referencia 3. Con esta disposición estructural las

tensiones de flexión son mínimas con una buena distribución de la masa en las palas

principales y tirantes. El resto de características se ha explicado anteriormente. En este

tipo de hélice no puede usarse la nomenclatura borde marginal para referirse al límite

15 periférico de las palas principales, pues continúan materialmente a tirantes y no existe

borde, por esta razón se usa la nomenclatura, extremo de punta de pala.

La figura 12 muestra un ventilador propulsor para turborreactores con los mismos

elementos esenciales de la figura anterior y con la misma disposición de forma, palas

32 y tirantes 33, con la salvedad de que estos dos elementos 32 y 33 que forman una

20 sola pieza están unidos por sus respectivas raíces a los discos del rotor o árbol 34 del

turborreactor que en este caso hace las funciones de la prolongación del árbol en la

figura 8 anterior. También muestra las flechas que definen la dirección y sentido del

fluido; el compresor axial 36 y el conducto carenado 35 que rodea al ventilador, con la

misma forma esencial que los que se usan actualmente, del tipo divergente aguas abajo;

25 el anclaje tanto de la raíz de las palas como de los tirantes a los discos del rotor o árbol

34 en este caso se puede usar un anclaje del tipo de sujeción por bulón frenado.

Hay que tener en cuenta que las ventajas del concepto inventivo en general también se

pueden obtener en hélices con parte de la pala perpendicular al eje de giro y el resto

inclinada aguas arriba, siguiendo una trayectoria recta, parabólica, circular o de

30 cualquier otro tipo de curva.

En la figura 13 que es una hélice aérea sin tirantes, se observa que sólo están inclinadas

aguas arriba las puntas 38 de las palas 37 con una trayectoria en forma de arco de

parábola con el extradós cóncavo y el intradós convexo y con el borde terminal o

extremo de punta de pala 39 más próximo al vértice de la parábola que el resto de la pala.

En las figuras 14 y 15 se observa una pala 40 de rotor de helicóptero con la punta de pala 41 inclinada aguas arriba, con una trayectoria en forma de arco de parábola con el extradós cóncavo y el intradós convexo y el borde marginal 39 más próximo al vértice

que el resto de la pala; y también con el borde de ataque 42 de la punta 41 inclinado hacia atrás, en sentido contrario al de giro, con una trayectoria sensiblemente parabólica.

El término hélice en las reivindicaciones está aplicado en su sentido amplio, pues en realidad, tanto los elementos propulsores de barcos, como los tractores o propulsores de aviones con palas y el ventilador de los turborreactores son catalogados en la literatura técnica como hélices. El término puede ampliarse con propiedad a los rotores de helicópteros.

En las reivindicaciones, se reivindica a partir de diez grados por la razón de que para ángulos pequeños la invención no es muy relevante en sus resultados prácticos, con relación a elevados ángulos, del orden de cuarenta y cinco grados.

En la primera reivindicación están contenidas todas las características esenciales para funcionar con mayor tracción y rendimiento hélices navales, aéreas, ventiladores propulsores para turborreactores y rotores de helicópteros. Los tirantes sólo se utilizan como adición no esencial para incrementar la tracción y el rendimiento referido anteriormente. Respecto al conducto carenaje y placa antivibración sobredimensionada sólo se usa en aplicaciones especiales.

#### APLICACIÓN INDUSTRIAL

Esta invención es aplicable en las industrias dedicadas a la fabricación de hélices navales y aéreas, incluidas en estas últimas las que fabriquen ventiladores propulsores para turborreactores y palas para helicópteros.

## REIVINDICACIONES

1. Hélice con las palas inclinadas, aguas arriba, siguiendo el sentido de las raíces a las puntas, es decir, cóncava por el lado del extradós y convexa por el lado del intradós, vista desde el eje de giro, dicha hélice completa, caracterizada porque la inclinación media aguas arriba, respecto a un plano perpendicular al eje de giro que pasa por el centro del cubo, de cada pala completa cuando toda ella está inclinada o de cada tramo de pala completo afectado por la inclinación aguas arriba, es superior a diez grados e inferior a noventa grados.
2. Hélice, según reivindicación 1, caracterizada porque la inclinación aguas arriba está comprendida entre quince y ochenta grados.
3. Hélice, según reivindicación 2, caracterizada porque la inclinación aguas arriba está comprendida entre treinta y setenta grados.
4. Hélice, según reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizada porque las palas en su totalidad desde la raíz a las puntas, presentan una inclinación sensiblemente uniforme, aguas arriba.
5. Hélice, según reivindicación 4, caracterizada porque las palas también están inclinadas en el sentido contrario al de giro, siguiendo una trayectoria curva.
6. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque en aplicaciones navales, las palas en su totalidad siguen una trayectoria en forma de arco de circunferencia aguas arriba, con el extradós cóncavo y el intradós convexo, vistas dichas palas desde el eje de giro.
7. Hélice, según reivindicación 3, caracterizada porque en aplicaciones navales, la hélice tiene un conducto- carenado y dicho conducto-carenado cubre axialmente desde los extremos de las puntas de pala hasta como mínimo el extremo de las raíces de dichas palas.
8. Hélice, según reivindicación 4, caracterizada porque en motores fueraborda la hélice tiene un conducto-carenado cilíndrico (9) fijado a la placa antivibración, que cubre axialmente desde los extremos de las puntas de pala (1) aguas arriba hasta el doble de su distancia normal al extremo de las raíces de dichas palas (1) aguas abajo y este conducto cilíndrico tiene las paredes anteriores próximas al extremo de las puntas de pala.
9. Hélice, según reivindicación 2, caracterizada porque en motores fueraborda, la placa antivibración (11) está sobredimensionada respecto a la clásica, de forma que cubre



completamente la hélice en todo su diámetro y longitud de su proyección vertical y se extiende aguas abajo como mínimo otro tanto de espacio.

10. Hélice, según reivindicación 4, caracterizada porque, en aeromodelismo, las palas opuestas (14) están unidas por uno o varios tirantes (18) por el lado del extradós (4).

11. Hélice según reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizada porque en aplicaciones aéreas cuando la hélice tiene un número par de palas, las puntas de cada pala se prolongan materialmente formando un tirante con la pala opuesta.

12. Hélice, según reivindicación 4, caracterizada porque, en ultraligeros, cada pala está unida por uno o varios tirantes (21) por el lado del extradós a una prolongación (20) del árbol motor, que atraviesa el cubo de la hélice y unido a él; dichos tirantes (21) son perpendiculares a las palas; y cada tirante tiene forma de pala de hélice.

13. Hélice según reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizada porque en aplicaciones aéreas las puntas de pala se prolongan materialmente formando cada una un tirante en forma de pala de hélice; a partir de la zona de transición de pala principal a tirante la superficie del intradós de las palas principales se transforma en extradós del tirante y la superficie del extradós de las palas principales en intradós del tirante; los tirantes son solidarios por su raíz del árbol motor.

14. Hélice según reivindicación 13, caracterizada porque los tirantes tienen un cubo fijado a una prolongación del árbol motor.

15. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque, en hélices para embarcaciones o submarinos, las palas desde la raíz hasta el extremo o borde marginal de sus puntas siguen aguas arriba, una trayectoria sensiblemente coincidente con un arco de parábola, de tal forma que la zona cóncava del arco de parábola corresponde al lado del extradós y la convexa al lado del intradós y las raíces de las palas están más distanciadas del vértice que el resto de la pala.

16. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque, en hélices aéreas, las palas desde la raíz hasta el extremo de sus puntas siguen una trayectoria sensiblemente coincidente con un arco de parábola, de tal forma que la zona cóncava del arco de parábola corresponde al lado del extradós y la convexa al lado del intradós vistas desde el eje de giro, el centro de los extremos de las puntas de pala están aproximadamente en el vértice de dicha trayectoria parabólica, dichas puntas de pala se prolongan materialmente formando cada una un tirante en forma de pala de hélice y con el menor espesor y cuerdas posibles; a partir de la zona de transición de pala principal a tirante,

BEST AVAILABLE COPY

la superficie del intradós de las palas principales gira y se transforma en extradós del tirante y la superficie del extradós de las palas principales en intradós del tirante; los tirantes están acoplados al extremo de una prolongación del árbol motor que atraviesa el cubo de la hélice y los tirantes desde su raíz hasta su extremo periférico, están inclinados aguas abajo.

17. Hélice, según reivindicación 16, caracterizada porque, tiene sólo dos palas principales (23); los dos tirantes (24) tienen un cubo común (26); las dos palas principales, los tirantes y los cubos respectivos forman una sola pieza; los tirantes están acoplados a la prolongación (29) del árbol motor por medio de un orificio central (31) en su cubo (26) que acopla en un pitón (30) que presenta la prolongación (29) del árbol motor en su extremo anterior, apoyando axialmente el cubo de los tirantes en la superficie anterior de la prolongación del árbol motor periférica al pitón.

18. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque, en ventiladores propulsores para turborreactores, las palas (32) desde la raíz hasta el extremo de sus puntas siguen una trayectoria sensiblemente coincidente con un arco de parábola, de tal forma que la zona cóncava del arco de parábola corresponde al lado del extradós y la convexa al lado del intradós, vistas desde el eje de giro; con el centro de los extremos de las puntas de pala aproximadamente en el vértice de dicha trayectoria parabólica; dichas puntas de pala se prolongan materialmente formando cada una un tirante (33) en forma de pala de hélice y con el menor espesor y cuerdas posibles; a partir de la zona de transición de pala principal a tirante la superficie del intradós de las palas principales (32) se transforma en extradós del tirante y viceversa; los tirantes (33) están unidos por su raíz a un disco del rotor (34) del turborreactor; dichos tirantes desde el rotor hasta las palas principales están inclinados aguas abajo; dispone de múltiples palas con sus correspondientes tirantes y las raíces de las palas también están fijadas a otro disco del rotor del turborreactor, que constituye el árbol motor; y tanto las palas principales como los tirantes están rodeados por un conducto-carenado fijo (35)

19. Hélice, según reivindicación 18, caracterizada porque las raíces de las palas principales y de los tirantes están unidas a los discos del rotor por el sistema de bulón frenado.

20. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque, en hélices para aviones, sólo las puntas (38) de las palas (37) están inclinadas aguas arriba.



21. Hélice, según reivindicación 20, caracterizada porque la inclinación de la punta (38) de pala sigue una trayectoria sensiblemente en forma de arco de parábola con el extradós cóncavo y el intradós convexo y el extremo de punta de pala (39) o borde marginal, más próximo al vértice o en el vértice.

5 22. Hélice, según reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque, constituye un rotor de helicóptero con las palas (40) acopladas a la cabeza del rotor y sólo las puntas (41) de cada pala están inclinadas, aguas arriba.

10 23. Hélice, según reivindicación 22, caracterizada porque la inclinación de las puntas de pala (41) sigue una trayectoria sensiblemente en forma de arco de parábola con el extradós cóncavo y el intradós convexo y el extremo de la punta de pala (39) o borde marginal, más próximo al vértice que el resto de la pala (40).

24. Hélice, según reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizada porque en ventiladores propulsores para turborreactores, sólo las puntas de las palas están inclinadas aguas arriba.

BEST AVAILABLE COPY

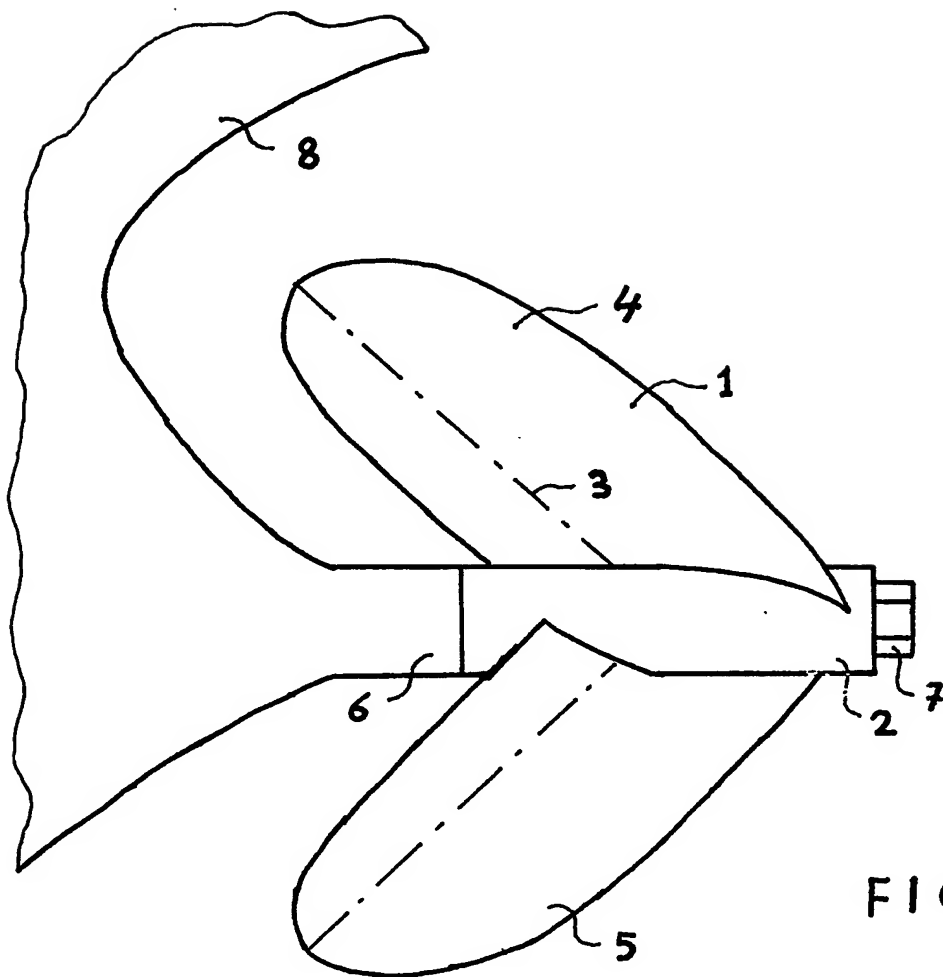


FIG. 1

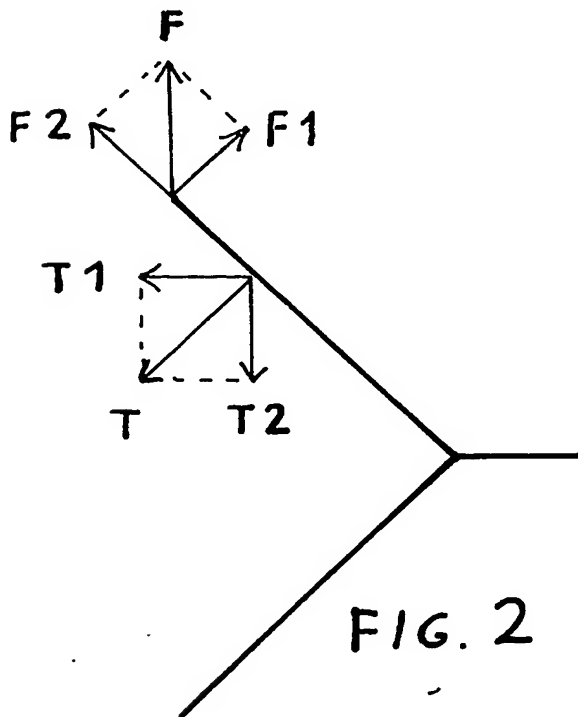


FIG. 2

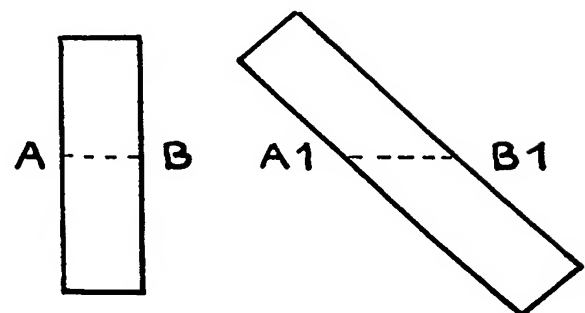
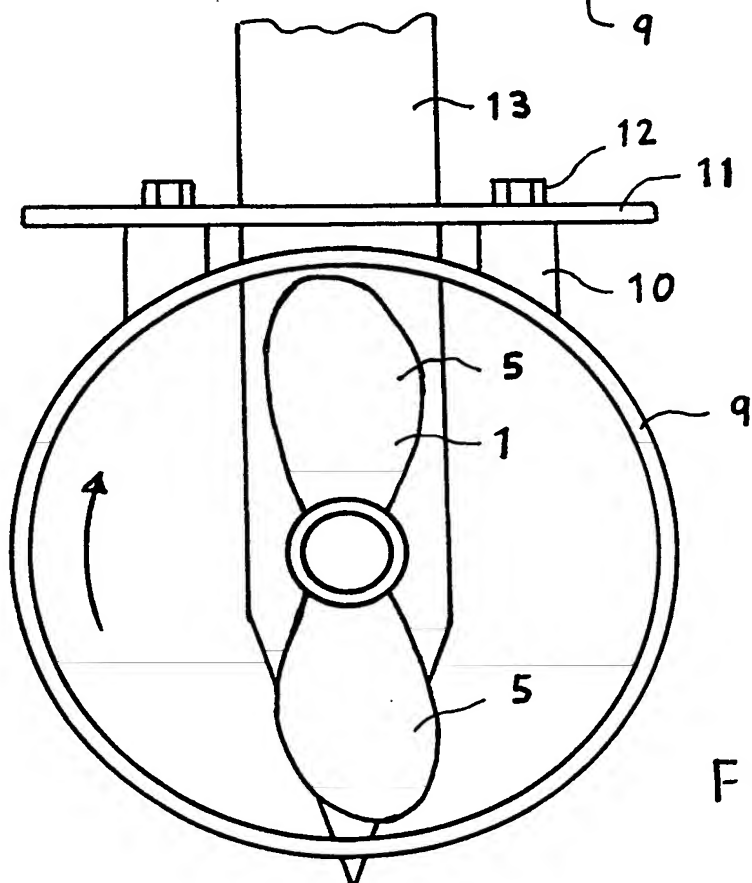
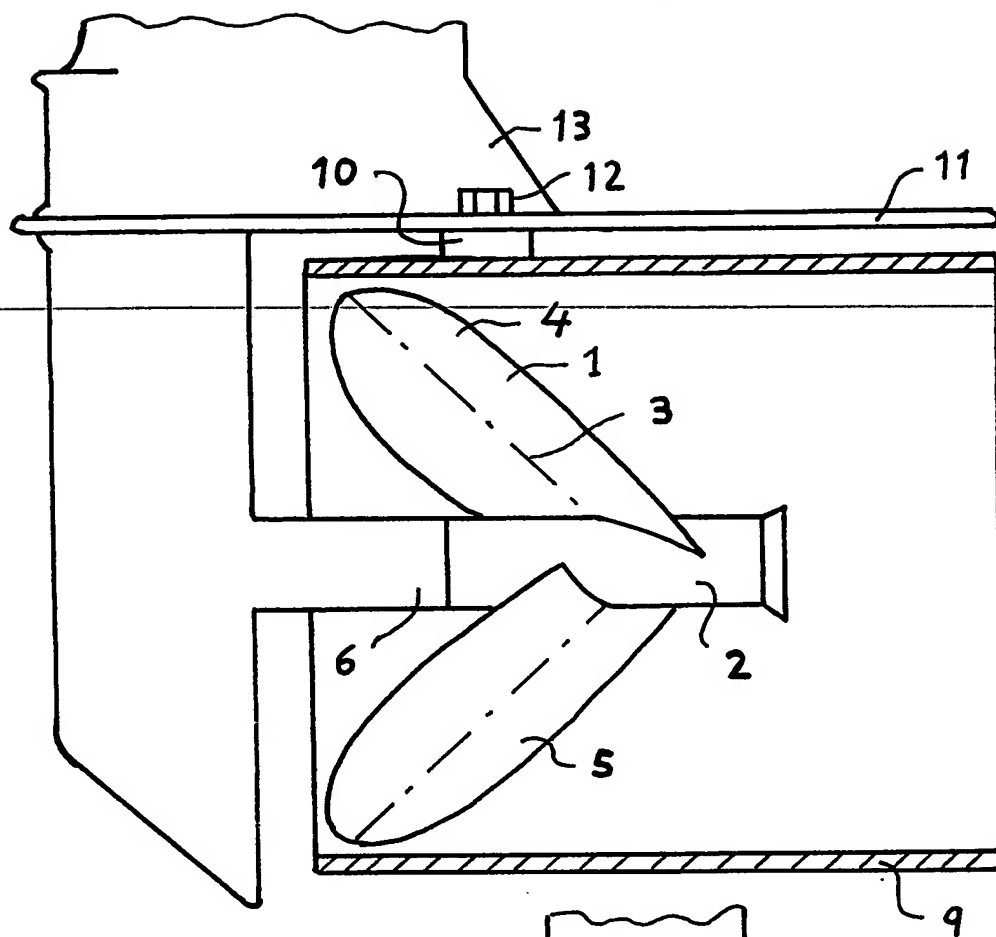


FIG. 3

24



25

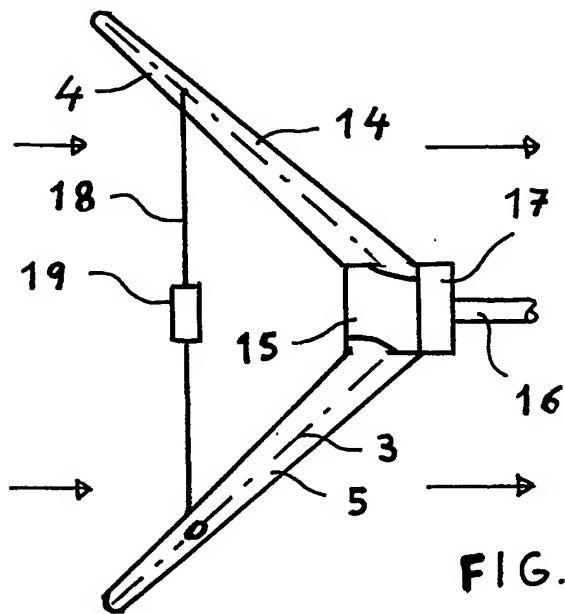


FIG. 6

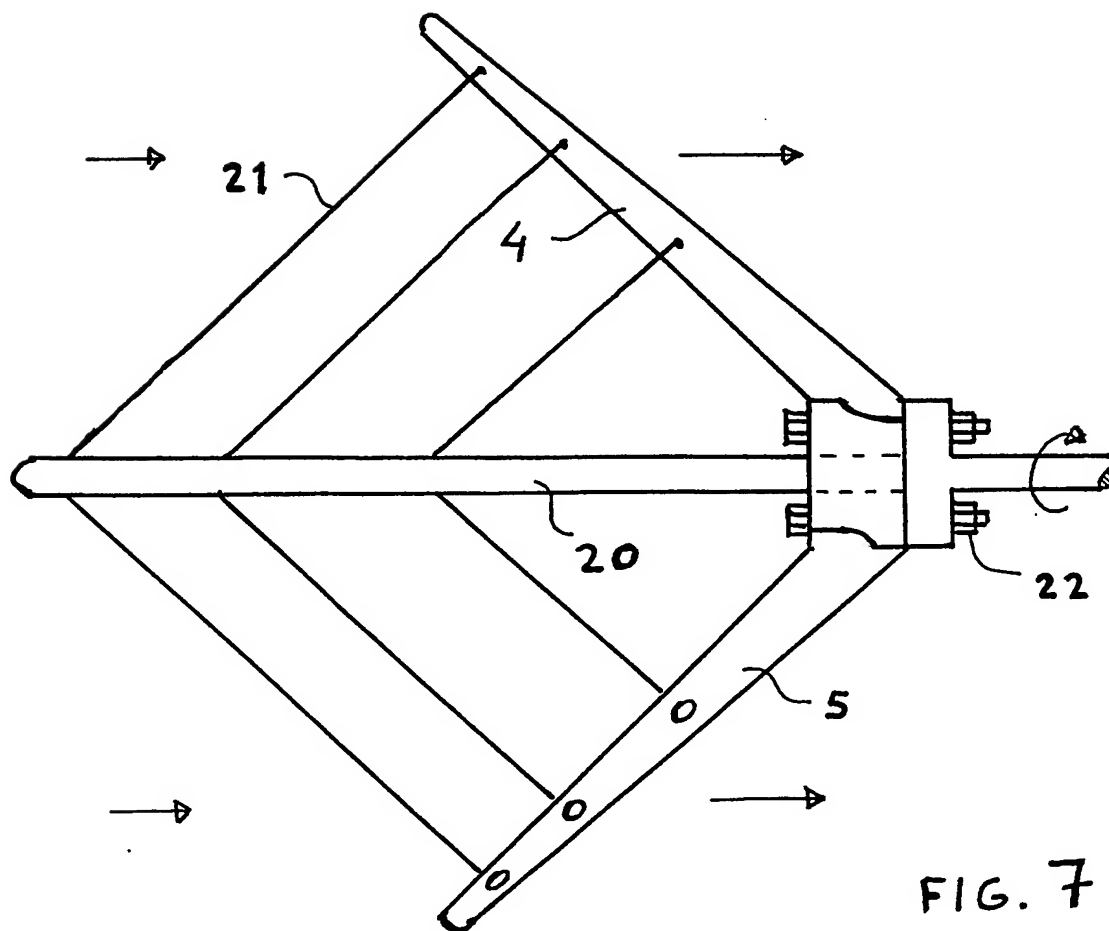


FIG. 7

BEST AVAILABLE COPY

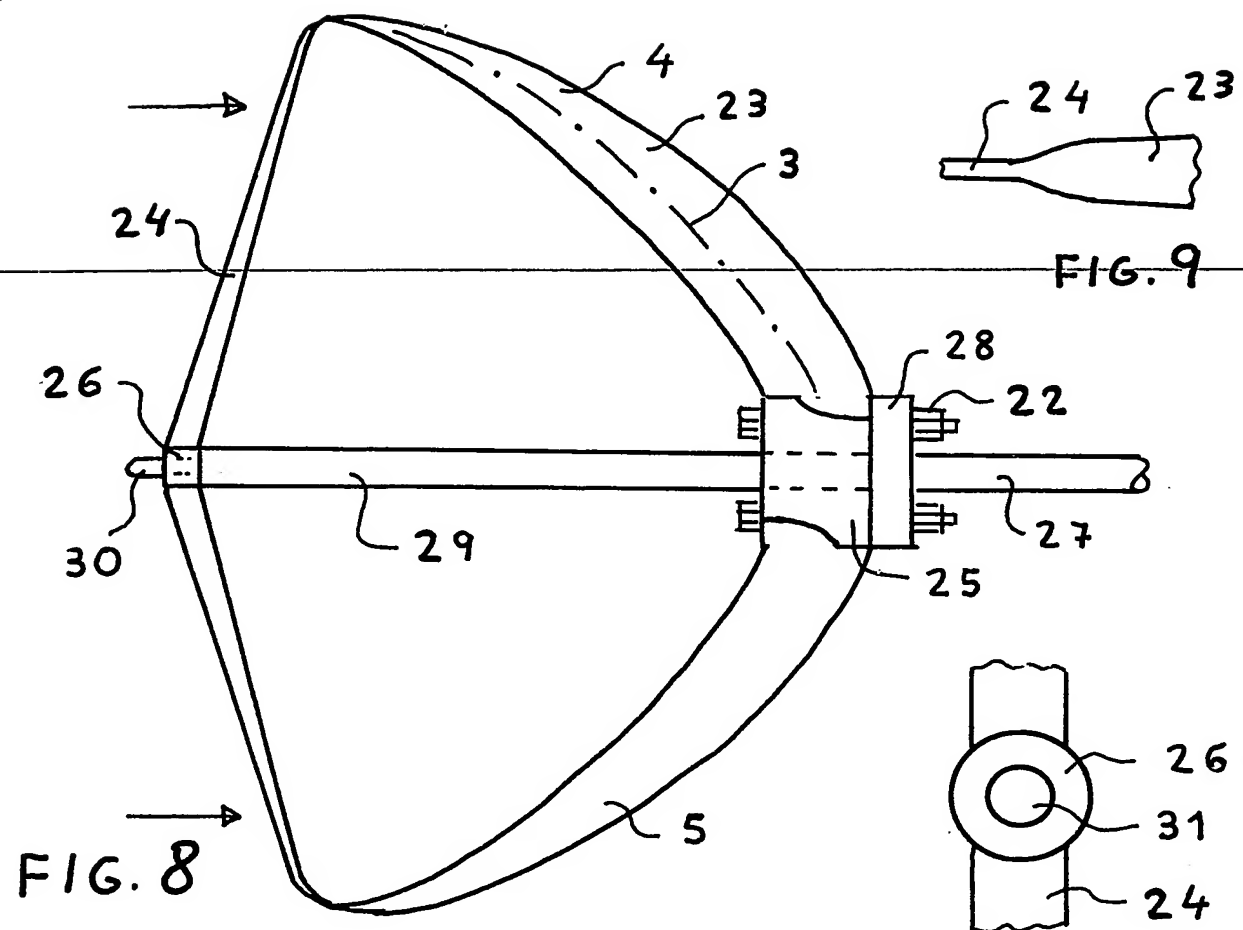


FIG. 8

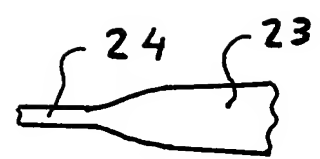


FIG. 9

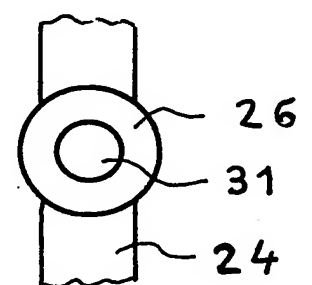


FIG. 10



FIG. 11

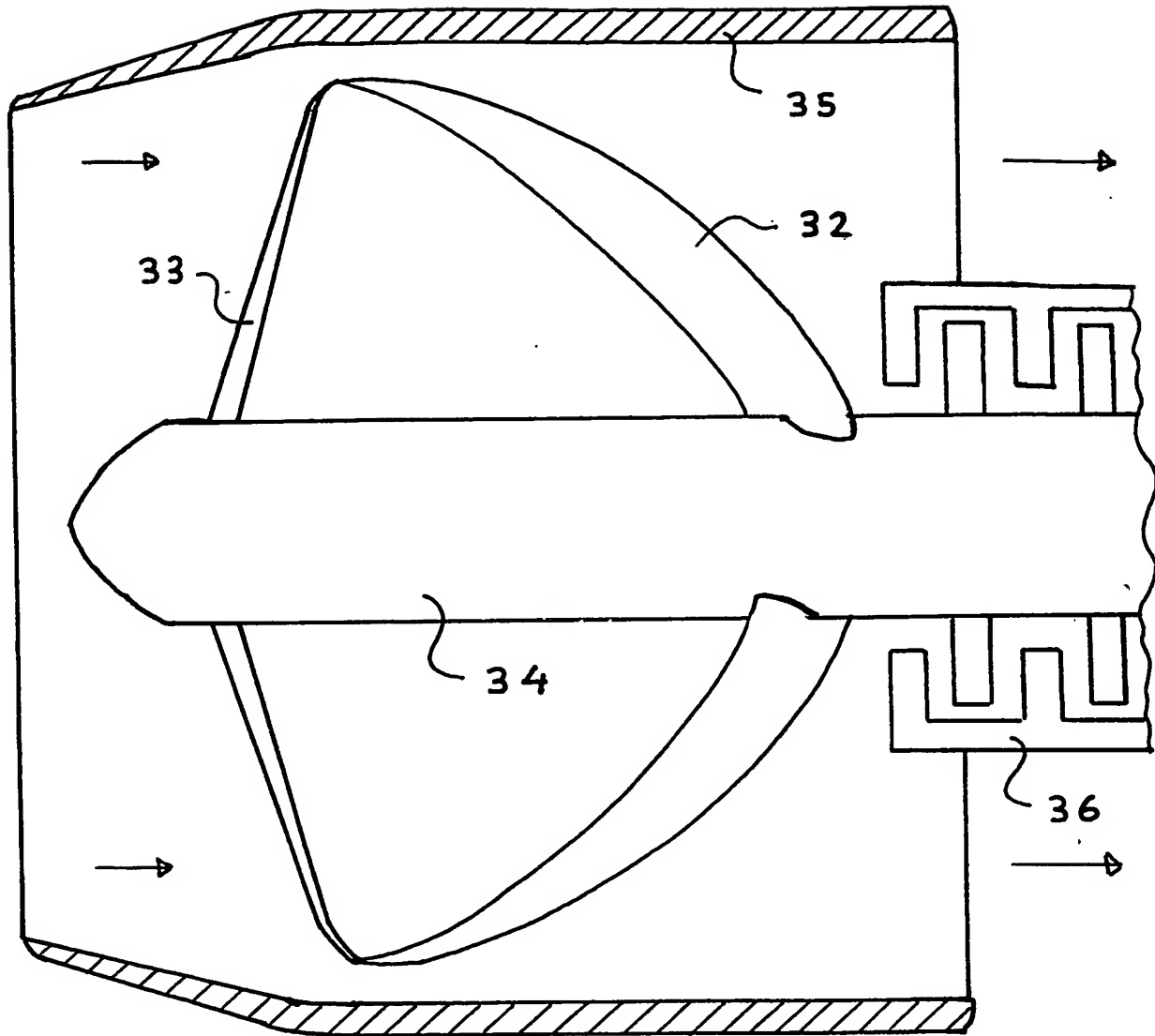


FIG. 12

BEST AVAILABLE COPY

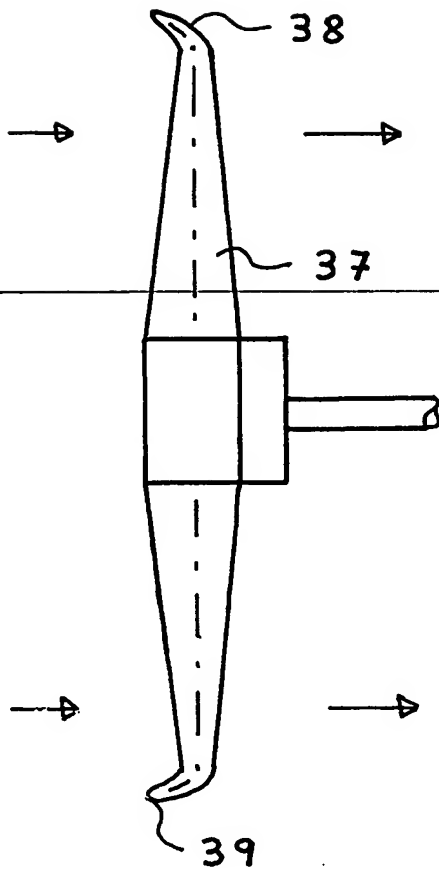


FIG. 13

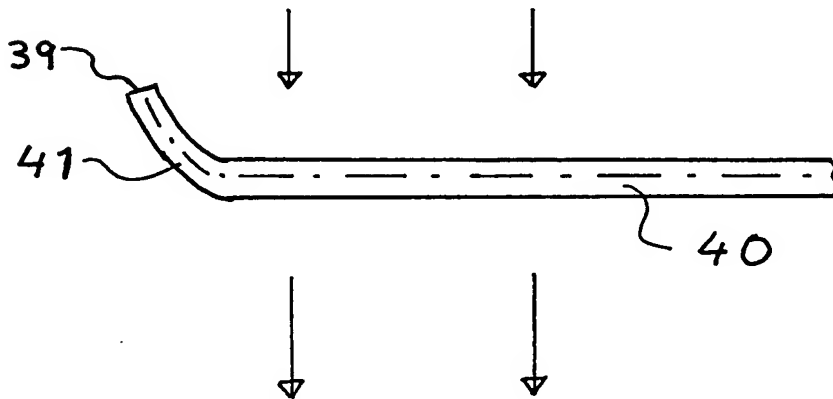


FIG. 14

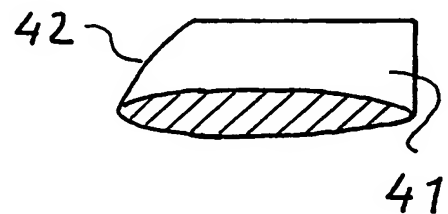


FIG. 15